

# СТАТИЧЕСКАЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ СПЛАВА Fe-17%Ni ВНЕЗЕМНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

*Прокопович К.А.*

*Руководители – к.т.н. Гроховский В.И., д.т.н. Гладковский С.В.*

Уральский федеральный университет имени Первого президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, e-mail: ksusha.89@bk.ru

Проблема исследования структуры и свойств материалов внеземного происхождения (метеориты и астероиды) в последнее время принимает особое значение в связи с осознанием кометно-астероидной опасности для Земли и изысканием возможностей ее предотвращения. Несомненно, характер разрушения при соударении тел в космическом пространстве, метеорных тел в земной атмосфере или при ударе о поверхность Земли определяется, прежде всего, его прочностными характеристиками. Однако к настоящему моменту в научной литературе данные о механических свойствах железных метеоритов при испытаниях весьма ограничены, а изучение хрупкой прочности с позиций механики разрушения практически не ведется. Кроме того, большая часть данных о механических характеристиках получена при испытаниях на сжатие образцов, и лишь некоторые результаты относятся к механическим испытаниям на растяжение. Многолетняя работа полевых отрядов Метеоритной экспедиции УрФУ позволила получить достаточное количество материала для проведения испытаний на трещиностойкость (вязкость разрушения).

Структурная механика разрушения определяет область использования экспериментальных методов механики для оценки сопротивления материалов с различным химическим, фазовым и структурным составом вязкому и хрупкому разрушению с учетом возможности возникновения и роста трещин. Для прогнозирования трещиностойкости по механическим характеристикам и параметрам структуры используются различные микромеханические модели разрушения, учитывающие характер распределения напряжений и структурную ситуацию в пластической зоне в вершине трещины.

Благодаря интенсивному развитию с середины 50-х годов прошлого века новой научной дисциплины – механики тел с трещинами или механики разрушения, всё большее распространение получают статические испытания образцов с трещиной (или моделирующим ее острым надрезом) для определения вязкости разрушения – сопротивления распространению трещины. Они особенно важны для высокопрочных сплавов, которые могут иметь удовлетворительные характеристики пластичности при обычных испытаниях, но хрупко разрушаться при наличии предельных концентраторов напряжений в виде трещин.

Важнейшим критерием механики разрушения, определяющим возможность перехода процесса развития трещины в ускоренную

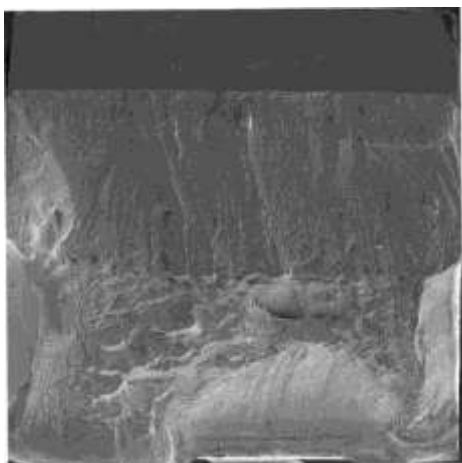
(неконтролируемую) стадию, является достижение в ее вершине критического коэффициента интенсивности напряжений в условиях плоской деформации  $K_{Ic}$ . Данный критерий трещиностойкости связывает между собой величину разрушающего напряжения и критическую длину трещины. Принципиальное преимущество критерия  $K_{Ic}$ , по сравнению с известными характеристиками предельной прочности ( $\sigma_b$ ,  $S_b$ ,  $S_k$  при растяжении,  $t_k$  при кручении) является то, он позволяет оценить возможность работы изделия при наличии трещины определенной длины. Помимо  $K_{Ic}$  существует ряд других критериев трещиностойкости, но критический коэффициент интенсивности напряжения получил наибольшее распространение благодаря хорошей воспроизводимости результатов и независимости его значений от формы и размеров образцов. Методика его определения стандартизована во многих странах мира.

Статическая трещиностойкость (вязкость разрушения) материала метеорита Чинге (Fe-17%Ni) определялась при комнатной температуре на прямоугольных образцах сечением 10x10 мм с предварительно наведенной из V-образного надреза усталостной трещиной в процессе испытаний по схеме трехточечного изгиба согласно ГОСТ 25.506-85. Для циклического нагружения образцов с частотой 10 Гц, определения статической трещиностойкости и стандартных механических свойств разрывных образцов использовалась универсальная испытательная машина Instron-8801.

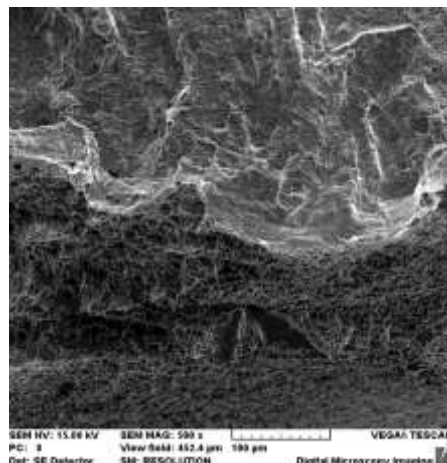
Результаты испытаний на одноосное растяжение показали, что значения условного предела текучести и временного сопротивления отрыву составляли 827 и 855 МПа, а значения относительного удлинения и относительного сужения – 11 и 40 % соответственно.

Проверка экспериментально полученных значений критического коэффициента интенсивности напряжений по критерию выполнения условий плоской деформации Брауна–Сроули показала, что при толщине образцов 10 мм и величине условного предела текучести  $\sigma_{0,2} = 827$  МПа полученные значения трещиностойкости соответствует параметру механики разрушения  $K_{Sc}^* = 81,1$  МПа м<sup>1/2</sup> (статическая трещиностойкость в условиях плоского напряженного состояния).

Фрактографический анализ изломов (рис. 1, а-б), проведенный с помощью сканирующего электронного микроскопа Tescan VEGA II XMU на разных масштабных уровнях, выявил существенное различие в макро- и микростроении изломов в зоне циклического роста трещины (сверху) и в зоне долома (снизу).



(a)



(б)

Рисунок 1 –Макро- (а) и микростроение(б) излома метеорита Чинге после испытания на статическую трещиностойкость

В зоне циклического роста трещины наблюдается характерный для усталостного разрушения бороздчатый рельеф. В зоне статического долома видны элементы чашечного рельефа, что свидетельствует о вязком высокоэнергоемком механизме разрушения метеорита Чинге в условиях испытаний на статическую трещиностойкость.